M. Martins fait à la Société la communication suivante :

NOTE SUR LA SOMME DE CHALEUR EFFICACE NÉCESSAIRE A LA FLORAISON DU *NELUMBIUM SPECIOSUM*, par **M. CH. MARTINS**.

Différentes méthodes ont été proposées pour déterminer et calculer la somme de chaleur nécessaire à la floraison d'un végétal donné. Préoccupé de cette importante question de physiologie végétale, j'ai pris pour sujet de mes expériences le *Nelumbium speciosum*, dont la végétation est aquatique dans la première période ; mixte, c'est-à-dire aquatique et aérienne à la fois, dans la seconde. Ce choix n'était pas arbitraire ; on sait, en effet, qu'on obtient avec une grande exactitude la température d'un liquide tel que l'eau ; mais les physiciens connaissent les difficultés, peut-être insurmontables, qui empêchent d'estimer avec précision la véritable température de l'air. A ces raisons physiques s'ajoute un motif physiologique, c'est que le *Nelumbium* est une plante qui, quoique exigeant une somme de chaleur considérable pour fleurir, parcourt cependant rapidement, sous le ciel de Montpellier, les différentes phases qui séparent le développement du bourgeon de l'épanouissement de la fleur. J'ai donc fait choix d'un pied vigoureux, contenu dans un baquet en bois et hivernant dans l'orangerie du Jardin des plantes. De novembre à mars, les rhizomes de cette plante dorment enfouis dans la vase ; mais lorsque la température de l'eau se maintient habituellement à 10 degrés centigrades, alors le rhizome commence à pousser des bourgeons ; 10 degrés centigrades sont donc le zéro du *Nelumbium*, le degré de chaleur auquel il commence à être sensible. Les degrés compris entre 0° et + 10° lui sont indifférents, n'affectent en rien sa vitalité et ne doivent pas entrer en ligne de compte dans le calcul des sommes de chaleur nécessaires pour amener la floraison. Une température supérieure à 10 degrés est seule efficace.

Si j'avais pu disposer des appareils coûteux qui enregistrent la température à chaque instant du jour et donnent des courbes continues, je les aurais employés ; car il est évident que la température à laquelle la plante a été soumise eût été exprimée par une surface limitée supérieurement par la courbe continue des températures, et inférieurement par une ligne droite parallèle à la ligne des abcisses ou de 0°, mais coupant les ordonnées à la hauteur de 10 degrés. Je n'avais pas d'appareil de ce genre à ma disposition, et presque tous les botanistes seront dans le même cas. Il faut donc chercher des moyens moins coûteux et recourir aux instruments ordinaires. Deux thermomètres, l'un à mercure et à *maxima*, l'autre à alcool et à *minima*, placés dans l'eau, nous donneront pour chaque jour le maximum et le minimum de la température de l'eau dans laquelle la plante est

entièrement plongée au moment de son réveil. Étudions d'abord la première période de la végétation du *Nelumbium*.

Première période. — *Végétation aquatique du* Nelumbium.

La végétation de la plante commença, en 1856, le 12 avril. Jusqu'au 9 juin elle fut purement aquatique ; mais à cette époque huit feuilles flottaient à la surface de l'eau et une s'élevait déjà au-dessus. La végétation cessa donc à cette date d'être purement aquatique pour devenir mixte, c'est-à-dire aquatique et aérienne tout à la fois.

Voici les sommes et les moyennes de chaleur absolue et de chaleur efficace de l'eau observées pendant cette période de soixante jours :

	TEMPÉRATURE absolue.	TEMPÉRATURE efficace.
Somme des *maxima* quotidiens	1260°	660°
Somme des *minima* quotidiens.	884	284
Moyenne quotidienne des *maxima*	21,0	11,0
Moyenne quotidienne des *minima*	14,7	4,7
Moyenne quotidienne générale	17,9	7,9

Pour obtenir les chiffres de la seconde colonne, il a suffi, d'après les considérations placées en tête de cette note, de retrancher des degrés de température thermométriques absolus, ceux compris entre 0° et 10°, c'est-à-dire 10 degrés qui sont complétement inefficaces et sans influence sur la vitalité du *Nelumbium*.

Seconde période. — *Végétation aquatico-aérienne du* Nelumbium.

A partir du 10 juin, dix feuilles flottant à la surface de l'eau et une s'élevant au-dessus, ne nous permettent plus de considérer la végétation de la plante comme purement aquatique. Deux thermomètres suspendus auprès d'elle à l'air libre, sans aucun abri, nous indiqueront les températures *maxima* et *minima* de l'atmosphère. En parcourant les colonnes, je remarque que les *maxima* de l'air sont *supérieurs* à ceux de l'eau, tandis que les *minima* de l'air sont *inférieurs* à ceux de l'eau. Étudions d'abord les premiers ; ils agissent énergiquement sur les parties aériennes de la plante ; en effet, ces *maxima* sont souvent produits par l'action directe du soleil, et les feuilles s'échauffent encore plus que le thermomètre. Avant de se développer, le limbe de la feuille du *Nelumbium* est roulé sur lui-même. J'en profitai pour enfoncer dans le tuyau formé par ce limbe un petit thermomètre à mercure gradué sur tige. La feuille était exactement appliquée sur la cuvette cylindrique de l'instrument, qu'elle embrassait lui-même dans

toute sa longueur. Un autre thermomètre tout semblable fut suspendu librement à l'air à la même hauteur et à 2 mètres de distance horizontale du premier.

Quand le ciel était *couvert*, les deux thermomètres marquaient sensiblement la même température. En effet, trente-cinq observations faites entre le 10 juin et le 4 juillet, donnent :

Moyenne du thermomètre roulé dans la feuille de *Nelumbium*. .	20°,97
Moyenne du thermomètre libre, à l'ombre	19°,88

La différence n'est que de 1°,09 à l'avantage du thermomètre roulé dans la feuille, mais au *soleil* elle est bien plus grande.

Moyenne du thermomètre roulé dans la feuille.	31°37
Moyenne du thermomètre libre, au soleil	25°46

La différence est de 5°,91 ; elle prouve que le tissu de la feuille s'échauffe d'un cinquième plus que la cuvette d'un thermomètre à l'air libre, sous l'influence des rayons solaires. Des expériences comparatives, faites sur des thermomètres enfoncés sous l'épiderme dans les branches foliiformes des *Opuntia* et les feuilles charnues des *Aloë*, m'ont conduit aux mêmes résultats.

S'il est indispensable de tenir compte des *maxima* de l'air, on ne saurait négliger ceux de l'eau ; en effet, la plante est plongée dans ce milieu par ses racines, ses rhizomes et la moitié au moins des pétioles et des pédoncules. A la fin de juin il y avait quinze feuilles flottant à la surface de l'eau ; leur surface supérieure était en contact avec l'air, mais l'inférieure reposait sur l'eau ; cinq feuilles et un pédoncule floral s'élevaient au-dessus de la surface. Pour tenir compte de ces actions complexes, j'ai adopté la température intermédiaire entre la moyenne de l'air et celle de l'eau. J'ai agi de même pour les *minima*. En effet, les quinze feuilles flottantes, refroidies par le contact de l'air et le rayonnement, étaient réchauffées par l'eau qui baignait leur surface inférieure. Les cinq feuilles et le pédoncule émergés, plongeant par leur moitié inférieure dans l'eau, se refroidissaient moins pendant la nuit que si elles avaient appartenu à une plante terrestre. J'ai donc également pris la moyenne des *minima* de l'air et de l'eau, comme expression *approchée* de la température à laquelle la plante a été soumise. Cette appréciation est certainement plus exacte que si la chaleur éprouvée par le végétal était déduite uniquement de la température de l'air ou de celle de l'eau.

Les sommes et les moyennes des températures de l'EAU observées pendant les trente-sept jours compris entre le 11 juin, commencement de la végéta-

tion aquatico-aérienne, et le 17 juillet, époque de la floraison, ont été les suivantes :

	TEMPÉRATURE absolue.	TEMPÉRATURE efficace.
Somme des *maxima* quotidiens de l'eau . . .	999°	629°
Somme des *minima* quotidiens.	733	363
Moyenne des *maxima* quotidiens.	27,0	17,0
Moyenne des *minima* quotidiens	19,7	9,7
Moyenne quotidienne générale	23,3	13,3

On voit que les variations de la température de l'eau sont faibles, puisque la moyenne des *maxima* ne diffère de celle des *minima* que de 7°,3, tandis que la difference à l'air libre dans le tableau suivant est de 17°,0.

Étudions maintenant les températures de l'AIR.

	TEMPÉRATURE absolue.	TEMPÉRATURE efficace.
Somme des *maxima* quotidiens de l'air . . .	1107°	737°
Somme des *minima* quotidiens.	470	100
Moyenne des *maxima* quotidiens.	29,7	19,7
Moyenne des *minima* quotidiens	12,7	2,7
Moyenne quotidienne générale	21,2	11,2

D'après ce que nous avons dit, la plante a été réellement exposée à une température intermédiaire entre celle de l'air et celle de l'eau, savoir, à un *maximum* moyen de $\frac{27°,0 + 29°,7}{2} = 28°,3$, et de même à un *minimum* moyen de $\frac{19°,7 + 12°,7}{2} = 16°,2$. Le *maximum* moyen *efficace*, intermédiaire entre celui de l'air et celui de l'eau, auquel la plante a été soumise, est donc de 18°,2 ; le *minimum* moyen *efficace*, de 6°,2 ; la moyenne générale *efficace*, 12°,2.

MÉTHODES DE CALCUL.

Nous pouvons actuellement calculer la somme de chaleur nécessaire pour amener la floraison du *Nelumbium*. Trois méthodes s'offrent à nous : la première indiquée par Réaumur (1) et formulée nettement par MM. Boussingault (2) et de Gasparin (3), est celle que nous avons employée ; elle consiste à additionner toutes les températures moyennes quotidiennes, à partir d'une époque déterminée par le degré thermométrique sous l'influence du-

(1) Observations du thermomètre faites à Paris pendant l'année 1735 (*Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, année 1735, p. 558).

(2) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, t. IV, p. 178, 30 janvier 1837.

(3) *Cours d'agriculture*, 1844, t. II, p. 86.

quel la plante entre en végétation, ou ce qui revient au même, à multiplier la température moyenne générale de l'espace de temps que l'on considère par le nombre de jours contenu dans ce laps de temps. Ainsi soit t cette température moyenne, i la température initiale à laquelle la plante est sensible, n le nombre des jours dont la température moyenne est t, nous avons la formule :

$$(t - i)\, n.$$

Si nous appliquons cette formule à notre exemple, nous avons pour notre première période, qui est entièrement aquatique, t' étant la température moyenne de l'eau :

$$(t' - i)\, n = (17^\circ{,}9 - 10^\circ) \times 60 = 7^\circ{,}9 \times 60 = 474^\circ.$$

Pour la seconde, qui est mixte ou aquatico-aérienne, on a, en appelant t la température moyenne de l'air pendant cette période, t'' celle de l'eau :

$$\frac{(t - i) + (t'' - i)}{2} \times 37 = \frac{11^\circ{,}2 + 13^\circ{,}3}{2} \times 37 = 12^\circ{,}2 \times 37 = 451^\circ.$$

Ainsi, en résumé, le *Nelumbium* a reçu, du 12 avril 1856, commencement de sa végétation, jusqu'au 17 juillet, époque de sa floraison, savoir en quatre-vingt-dix-huit jours, la somme totale de température utile exprimée par $474^\circ + 451^\circ = 925^\circ$ thermométriques efficaces.

M. Quetelet propose une méthode différente (1) : il assimile l'action de la chaleur à celle des causes vives, et a été conduit par six années d'observations sur la floraison du Lilas, à Bruxelles, à multiplier la température moyenne élevée au carré par le nombre des jours ; la formule précédente est alors :

$$(t - i)^2\, n.$$

La somme des degrés efficaces pour amener la floraison du *Nelumbium* serait, d'après cette formule :

$$(7^\circ{,}9)^2 \times 60 + (12^\circ{,}2)^2 \times 37 = 9256^\circ.$$

Enfin, M. Babinet (2), considérant qu'en général l'effet produit par une cause constante (la pesanteur, par exemple) agissant pendant un certain temps, est proportionnel à l'intensité de la cause et au carré du temps, multiplie la température efficace par le nombre des jours élevé au carré ; il écrit :

$$(t - i)\, n^2.$$

Cette formule appliquée au *Nelumbium* donnera :

$$7^\circ{,}9 \times 60^2 + 12^\circ{,}2 \times 37^2 = 45142^\circ.$$

Quelle est celle de ces trois méthodes qu'il faut adopter ? L'expérience

(1) *Lettres sur la théorie des probabilités*, p. 242.

(2) *Sur les rapports de la température avec le développement des plantes* (*Comptes rendus de l'Acad. des sc. de Paris*, t. XXXII, p. 521, 14 avril 1851).

seule peut en décider. Je me propose de reprendre pendant plusieurs printemps la série d'observations qui fait le sujet de cette note. Comme les mêmes saisons ne se ressemblent pas d'une année à l'autre, la formule qui donnera le nombre le plus concordant sera évidemment la meilleure. Je serais heureux si d'autres botanistes voulaient s'assujettir à faire le même travail sur d'autres plantes : ils vérifieraient de leur côté la concordance des résultats donnés par les formules de M. Boussingault, de M. Quetelet ou de M. Babinet. Ce serait un grand pas de fait dans la connaissance des causes déterminantes de la végétation ; en effet, si la chaleur n'est pas la seule, elle est certainement la principale, et après l'avoir appréciée on étudierait les autres, à mesure que la physique nous fournirait des méthodes pratiques d'observation ; ainsi, la lumière joue un grand rôle dans la floraison du *Nelumbium*, puisque cette plante fleurit rarement dans les serres de l'Angleterre et de la Hollande, où la chaleur ne lui fait pas défaut, tandis qu'elle fleurit tous les ans en plein air à Montpellier. L'état hygrométrique de l'air est encore un élément important ; mais je crois que la température les domine tous, et c'est elle qui, dans l'état actuel de la physique, peut être étudiée avec le plus d'exactitude et de facilité. L'exemple compliqué d'une plante amphibie montre que ni les observations ni les calculs ne sont trop pénibles pour rebuter un naturaliste. Je serais heureux si cette note attirait l'attention des membres de la Société botanique sur une question qui intéresse à la fois la physiologie végétale, l'horticulture et l'agriculture rationelles.

M. J.-E. Planchon dit que les plantes étant pour ainsi dire des thermomètres qui ont chacun un zéro différent, il importerait peut-être, pour déterminer les rapports des climats entre eux, de cultiver comparativement les mêmes plantes dans des régions différentes. Les météorologistes eux-mêmes reconnaissent l'insuffisance de la méthode des températures moyennes, et, à l'Académie des sciences, dans une discussion récente, M. Biot en a contesté les résultats. Ainsi, par exemple, il est impossible d'obtenir des températures moyennes dans les Cévennes ; mais on aurait des notions exactes sur le climat de ces montagnes, si l'on faisait semer du Blé simultanément à Montpellier et à l'Espérou et si l'on en suivait le développement.

M. Martins répond à M. Planchon que le mode d'expérimentation qu'il propose serait encore insuffisant, parce que la chaleur n'est pas le seul élément du problème et qu'il faut encore tenir compte de l'humidité, de l'exposition et surtout de la lumière. Si, par exemple, le *Nelumbium* fleurit difficilement dans le nord de la France, c'est prin-

cipalement parce qu'il y manque de lumière. Chaque plante étant différemment sensible à ces diverses influences, l'observation d'une seule plante ne donnerait pas des résultats complets. M. Martins insiste sur l'utilité de la méthode des températures moyennes *maxima* et *minima*. Il reconnaît l'imperfection des hygromètres et même des thermomètres ; mais les erreurs commises par ces instruments se perdent dans la moyenne.

M. J.-E. Planchon fait à la Société la communication suivante :

QUELQUES MOTS SUR L'ORIGINE DU STYRAX CALAMITE DES ANCIENS,

par **M. J.-E. PLANCHON**.

Des substances très diverses ont porté ou portent encore dans les officines le nom de *styrax*. L'une d'elles est le styrax liquide, sorte de baume à consistance de miel, qui ressemble beaucoup au liquidambar liquide d'Amérique, et dont l'origine, longtemps douteuse, est aujourd'hui parfaitement élucidée dans une excellente notice du docteur Daniel Hanbury (1). Ce baume découle par incision du tronc du *Liquidambar orientale* Mill., bel arbre à feuilles de Platane, qui forme des forêts dans le sud-ouest de l'Asie-Mineure.

Quant au styrax solide, c'est un produit complexe, où la fraude introduit des ingrédients variés (sciure de bois, styrax liquide, sable, résines diverses, etc.), et dont l'étude grossirait le long chapitre des falsifications de drogues. Plusieurs de ces adultérations remontent au temps de Dioscoride et de Pline. Aujourd'hui même le commerce ne connaît plus que ces styrax falsifiés, et c'est dans quelques vieux droguiers que la curiosité scientifique fait retrouver de loin en loin des échantillons de véritable styrax.

Ce styrax ou *stirax* se présentait sous deux formes : 1° en larmes distinctes, grosses à peu près comme des pois, blanchâtres, pellucides, se liquéfiant presque sous les doigts, d'une odeur très suave et très fragrante : c'était le styrax en larmes (*styrax in granis* Offic.) ; 2° en masses formées de larmes agglutinées, dont quelques-unes, blanchâtres, empâtées au milieu de larmes blondes ou rousses, y figuraient comme des graines d'amande : de là le nom de styrax amygdaloïde. On l'appelait aussi styrax *calamite*, parce qu'il se vendait souvent enveloppé dans une feuille de roseau (*calamus*).

Plus habile en matière médicale qu'en botanique, Dioscoride a très bien décrit le styrax et n'a que très brièvement signalé le végetal qui le fournit.

(1) *On Storax*, in *Pharmaceutical Journal and transactions*, febr. and march 1857, London, in-8. Article traduit par M. le professeur Guibourt dans le *Journal de pharmacie de Paris*.